

บทนำ

การทำงานในห้องปฏิบัติการนั้นเป็นเรื่องที่น่าสนใจและช่วยให้เข้าใจในทฤษฎีมากขึ้น ตลอดจนได้เห็นและเรียนรู้การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นักศึกษาได้พบเห็นทั่วไปในชีวิตประจำวันตั้งแต่งานวิจัยตลอดจนการทำงานในด้านวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆ

ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เป็นการฝึกฝนที่ดีเป็นโอกาสที่ดีสำหรับนักศึกษาที่จะได้ลงและทำความเข้าใจกับการทำงานลักษณะเช่นนี้ ถ้านักศึกษาสามารถจะสนุกสนานกับการทำงานในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ได้ การประกอบอาชีพของนักศึกษาหลังจากจบการศึกษาไปแล้ว จะประสบความสำเร็จได้อย่างสูง

ก. จุดมุ่งหมายของการปฏิบัติการทางฟิสิกส์

1. เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในทฤษฎีของฟิสิกส์ให้ละเอียดลึกซึ้ง
 - 1.1 รู้จักนำเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
2. เพื่อฝึกฝนให้เกิดความสามารถในการวัดและบันทึกข้อมูล
 - 2.1 ฝึกให้นักศึกษารู้จักการสังเกตและนำเสนอข้อมูลแบบทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อฝึกฝนในการวิเคราะห์ผลและการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์
 - 3.1 ให้นักศึกษารู้จักแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อเรียนรู้ประสบการณ์ในการทำงานในห้องปฏิบัติการ

ข. ระเบียบของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป

1. นักศึกษาต้องแต่งกายในชุดนักศึกษาเท่านั้น
2. ห้ามนำอาหารและเครื่องดื่ม ขนมอบเคี้ยว เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์
3. ห้ามนำเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ออกนอกห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ก่อนได้รับอนุญาต
4. ทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงาน
5. จัดเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ที่นำออกมาใช้เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
6. ห้ามนำบุคคลอื่นที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามาใช้เครื่องมือของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์
7. หลังจากเรียนเสร็จให้นักศึกษาออกจากห้องทันที
8. นักศึกษาทุกคนต้องมีเครื่องคิดเลขเป็นของตัวเอง
9. หากวัสดุอุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหายด้วยความไม่ระวังของตัวนักศึกษาเอง นักศึกษาต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายนั้นๆ

ค. การเตรียมตัวก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์จะประกาศให้นักศึกษาทราบล่วงหน้าถึง วัน เวลา และการทดลองที่นักศึกษาจะต้องทำ ดังนั้นนักศึกษาควรจะศึกษาและทำความเข้าใจการทดลองที่จะทำล่วงหน้า ก่อนเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อความสะดวกในการทดลอง ความรวดเร็ว และความเข้าใจในการทดลองนั้น ๆ มาก่อน ตลอดจนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ง. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองจะมีระบุไว้ในคู่มือการปฏิบัติการในการทดลองนั้น ๆ และได้จัดวางไว้ให้บนโต๊ะซึ่งมีชื่อการทดลองบอกไว้ นักศึกษาจะต้องตรวจสอบเครื่องมือก่อนการปฏิบัติการทดลอง ถ้ามีการชำรุดหรือขาดหายไปให้แจ้งต่อผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการก่อนการทดลอง มิฉะนั้นแล้วจะถือว่านักศึกษาเป็นผู้กระทำทำให้เครื่องมือชำรุดหรือหายไป ซึ่งนักศึกษาจำเป็นต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายนั้น

ถ้าหากเครื่องมือมีการชำรุดเสียหายในระหว่างปฏิบัติการทดลอง ให้นักศึกษารายงานต่อผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการ เพื่อจะได้แก้ไขหรือสับเปลี่ยนให้ นักศึกษาจะต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวัง ถ้าไม่เข้าใจการใช้เครื่องมือใด ๆ ให้ถามอาจารย์ หรือผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการเสียก่อนที่จะมีการใช้เครื่องมือ นั้น ๆ เพราะนักศึกษาต้องรับผิดชอบต่อการกระทำอันจะเกิดความเสียหายต่อเครื่องมือใด ๆ ที่นักศึกษาใช้ และอาจจะต้องเสียค่าซ่อมแซมหรือซื้อเครื่องมือปฏิบัติการทดแทนของนักศึกษาทำความเสียหายด้วย

จ. การรายงานผลการทดลอง

สิ่งที่นักศึกษาควรจะทำดังนี้

1. ให้นักศึกษابันทึกผลการทดลอง พร้อมผลจากการคำนวณลงในช่องว่าง และในช่องตารางที่กำหนดไว้ในกระดาดบันทึกผลการทดลอง เมื่อนักศึกษาทำการบันทึกข้อมูลและผลการทดลองเรียบร้อยแล้วให้นำมาให้ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการเซ็นใบประหน้า สำหรับกระดาดบันทึกข้อมูลที่ไม่มีการเซ็นใบประหน้า การทดลองนั้น จะไม่มีการตรวจ
2. ให้นักศึกษาระมัดระวังในการอ่านค่าต่าง ๆ จากเครื่องมือที่กำลังทำการวัด ควรอ่านเครื่องมือให้ละเอียดมากเท่าที่จะอำนวยให้
3. ให้นักศึกษาสรุปผลที่ได้รับจากการทดลอง แสดงค่าผิดพลาด คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนหรือเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างแล้วแต่กรณี ให้นักศึกษาวิจารณ์ผลการทดลองว่าสนับสนุนทฤษฎีเพียงใด ควรจะมีการทดลองอะไรเพิ่มเติมเพื่อเป็นการยืนยันค่าผิดพลาดเกิดจากที่ใด ควรมีวิธีใดบ้างที่ป้องกันมิให้เกิดการผิดพลาดนั้น ๆ

4. ให้นักศึกษาส่งรายงานในวันที่ทดลองของสัปดาห์ถัดไปและจะต้องส่งรายงานภายใน 15 นาทีแรกของการเรียน ถ้าส่งหลังจาก 15 นาทีแรกของการเรียน ถือว่าส่งสายจะถูกหักคะแนน 5 คะแนนของคะแนนการทดลอง กรณีส่งหลังจาก 30 นาทีแรกของการเรียน จะถือว่าขาดการเรียนการสอนในสัปดาห์นั้น

ฉ. การเข้าชั้นเรียนและการส่งรายงาน

นักศึกษาต้องเซ็นชื่อเข้าห้องเรียนทุกครั้งที่นักศึกษาเข้าเรียน กรณีไม่ได้เซ็นชื่อให้ถือว่า ขาดการเรียนในวันดังกล่าว

- นักศึกษาต้องเซ็นชื่อพร้อมส่งรายงานภายใน 15 นาทีแรกของการเรียนการสอน
- กรณีที่นักศึกษาเซ็นชื่อพร้อมส่งรายงานหลัง 15 นาทีแรกของการเรียนการสอน จะถือว่านักศึกษา มาเรียน สาย จะถูกหักคะแนน 5 คะแนนของคะแนนการทดลอง
- กรณีที่นักศึกษาส่งรายงานหลัง 30 นาทีแรกของการเรียนการสอน จะถือว่านักศึกษา ขาดเรียน นักศึกษาสามารถส่งรายงานของสัปดาห์ก่อนหน้าได้ แต่จะไม่มีสิทธิ์ในการเซ็นชื่อเข้าห้องเรียน

ช. สิ่งที่จะต้องทำหลังจากการปฏิบัติการ

เมื่อการทดลองสิ้นสุดลง ให้นักศึกษาทำความสะอาดโต๊ะที่ทำการทดลองให้เรียบร้อย จัดเครื่องมือให้เป็นระเบียบเหมือนกับก่อนที่นักศึกษาจะเริ่มทำการทดลอง ในกรณีที่เป็นการทดลองเกี่ยวกับ ไฟฟ้าให้นักศึกษาถอดปลั๊ก ปิดสวิทช์ไฟ พร้อมกับม้วนสายไฟเก็บให้เป็นระเบียบเรียบร้อย รายงานความบกพร่องของเครื่องมือ ถ้ามี ให้แจ้งผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการทราบ

ซ. การขาดเรียนรายวิชาปฏิบัติการ

1. **กรณีลาป่วย** ต้องมีใบรับรองแพทย์เป็นหลักฐานในการลาเท่านั้น และให้นำหลักฐานมาแจ้งกับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ชั้น 2 ห้อง E-203 ภายในสัปดาห์ถัดไปจากสัปดาห์ที่นักศึกษา ขาดการเรียน (กรณีที่นักศึกษาขาดเกิน 1 สัปดาห์ให้นักศึกษาติดต่อซ่อมภายในสัปดาห์ที่ นักศึกษาที่นักศึกษาเข้าเรียนรายวิชาปฏิบัติการ) พร้อมกรอกแบบฟอร์มการขอซ่อมรายวิชา ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป
2. **กรณีลาิจ** ต้องติดต่อเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการก่อนเวลา 1-2 วัน(การลาแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ) พร้อมกรอกแบบฟอร์มการขอซ่อมรายวิชาปฏิบัติการ ฟิสิกส์ทั่วไป

3. กรณีขาดเรียนไม่สามารถทำการซ่อมแลบได้ นักศึกษาสามารถส่งรายงานครั้งก่อนหน้าที่มาทำแลบได้
4. นักศึกษาต้องมาทำเรื่องซ่อมแลบภายในสัปดาห์ล่าสุดที่มาทำแลบทันที ที่ขาดแลบไป
5. หากอาจารย์ให้นักศึกษาทำแลบที่ขาด โดยที่นักศึกษาไม่ได้เข้ามาทำเรื่องนัดวันซ่อม เจ้าหน้าที่จะถือว่าไม่มีการซ่อมแลบ

ณ. การคิดคะแนนและการตัดเกรด

1. คะแนนรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ
 - คะแนนรายงาน 60%
 - คะแนนสอบปลายภาค 40%เพราะฉะนั้น คะแนนเก็บ 60 % + ปลายภาค 40 % = 100 %
 - *เกณฑ์ตัดเกรดในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ ทำการตัดเกรด F ที่คะแนนต่ำกว่า 45%
 - *อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
2. การทำผิดข้อห้ามไม่ว่ากรณีใด ๆ หักคะแนนความผิดอย่างละ 5 คะแนน
3. กรณีที่นักศึกษาเวลาเรียนไม่ครบ 80 % จะถือว่านักศึกษาจะหมดสิทธิ์สอบในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป

การเขียนกราฟและวิเคราะห์ข้อมูลจากกราฟ

ก. การเลือกและการกำหนดแกน

- ตัวแปรอิสระจะพล็อตบนแกนนอน ในขณะที่ตัวแปรตามจะพล็อตบนแกนตั้ง โดยทั่วไปการทดลองค่าตัวแปรอิสระจะถูกกำหนดให้ ส่วนค่าตัวแปรตามจะวัดหรือคำนวณได้จากการทดลอง
- กราฟไม่ควรอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของกระดาษกราฟ ควรจะอยู่กึ่งกลางกระดาษ พยายามสร้างกราฟให้เต็มหน้ากระดาษ โดยเว้นจากขอบกระดาษไว้ประมาณด้านละ 1 นิ้ว
- การให้สเกลควรกำหนดไว้ทางด้านซ้ายและด้านล่างของกราฟ โดยอ่านได้จากด้านล่าง และด้านซ้ายของกระดาษ เลือกสเกลเป็น 1, 2, 5 หรือ 10 (บางครั้งอาจจะเป็น 4 ก็ได้) ไม่ควรใช้ 3, 7, 9 เลือกสเกลให้ครอบคลุมข้อมูลที่จะพล็อต ซึ่งบางครั้งสเกลก็ไม่จำเป็นต้องเริ่มที่จุด (0,0) แต่ในกรณีที่ต้องหาค่าจุดตัดแกน y หรือจุดตัดแกน x ค่าจุดตัดแกน x ค่าจุด (0,0) จำเป็นต้องอยู่ในสเกล
- ให้เขียนชื่อแกนพร้อมหน่วยลงตามแกนพร้อมตัวเลขกำกับไว้เป็นช่อง ๆ ไม่จำเป็นต้องทุกช่อง อาจจะเป็น 2 หรือ 5 ช่องก็ได้ เขียนชื่อกราฟบอกถึงว่าเป็นการพล็อตค่าอะไรกับค่าอะไรไว้ด้านบนของกราฟด้วย

ข. การกำหนดจุดข้อมูล

ในการกำหนดจุดบนกราฟ ควรเป็นวงกลมล้อมรอบจุดข้อมูล หรืออาจจะใช้กำหนดแบบ 0, Δ , +, x ฯลฯ

เมื่อมีการพล็อตกราฟมากกว่าหนึ่งเส้นบนแกนเดียวกัน ควรจะใช้สัญลักษณ์ที่แตกต่างกันแต่ละครั้ง โดยให้ Δ เป็นการพล็อตครั้งแรก, 0 เป็นการพล็อตครั้งที่สอง, + เป็นการพล็อตครั้งที่สาม ฯลฯ การต่อเส้นหรือลากเส้นควรจะแตกต่างกันด้วย เช่น การใช้เส้นทึบ, เส้นประ, หรือเส้นที่มีสีแตกต่างกัน

ค. การวิเคราะห์ข้อมูลกราฟ

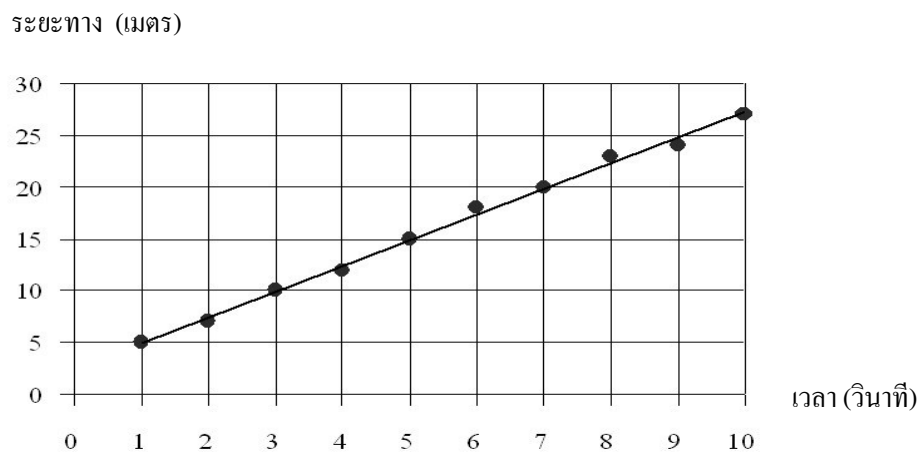
ข้อมูลที่ได้จากการทดลองทางฟิสิกส์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นตาราง ซึ่งเมื่อเป็นไปได้ นักวิทยาศาสตร์จะพยายามแสดงผลให้ผู้รู้ในทางคณิตศาสตร์นั้น จำเป็นต้องพล็อตกราฟของข้อมูล แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวแปร การหาความสัมพันธ์ทางกราฟอย่างง่าย ๆ อาจจะแบ่งได้ดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์เชิงเส้นหรือความสัมพันธ์กำลังหนึ่ง (Linear or first power relationships)

ความสัมพันธ์เชิงเส้นหรือความสัมพันธ์กำลังหนึ่ง หมายถึง เมื่อตัวแปรอิสระ (พล็อตบนแกนนอน) เปลี่ยนค่าไปหนึ่งหน่วย แล้วตัวแปรตาม (พล็อตบนแกนตั้ง) เปลี่ยนค่าไป “m” หน่วย (เมื่อ m เป็นตัวเลขใด ๆ) ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าตัวแปร x และ y สามารถเขียนในทางคณิตศาสตร์ได้ว่า

$$y = mx + y_0 \quad (1)$$

ตัวอย่างของความสัมพันธ์ดังกล่าว เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างเวลา และระยะทางของวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ เพื่อให้เวลาเป็นตัวแปรอิสระ และระยะทางเป็นตัวแปรตามเราจะได้กราฟ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและเวลาของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

จากลักษณะเส้นกราฟที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ค่าหนึ่ง ถ้าความเร็วคงที่นี้มีค่ามากกว่าเดิมความชันของเส้นกราฟจะสูงขึ้น ในขณะที่ค่าความเร็วคงที่ที่มีค่าน้อยลง ค่าความชันนี้จะลดลงด้วยซึ่งจะเห็นได้ว่าความชันนี้มีความสัมพันธ์กับค่าความเร็วคงที่ด้วยและค่าความชันที่วามีค่าเท่ากับ “m” ในสมการ (1)

ในกรณีของรูปที่ 1 เราอาจจะหาค่าความเร็วได้จากจุดสองจุดบนกราฟ คือ จุด (S_1, t_1) และ (S_2, t_2) เมื่อ S และ t เป็นระยะทางและเวลาตามลำดับ จากสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและเวลา

$$S_1 = vt_1 + S_0 \quad (2)$$

$$S_2 = vt_2 + S_0 \quad (3)$$

เมื่อ S_0 เป็นระยะทางเริ่มต้น

เมื่อนำสมการ (2) ลบออกจากสมการ (3) เราจะได้

$$S_2 - S_1 = v(t_2 - t_1)$$

หรือ
$$v = (S_2 - S_1) / t_2 - t_1 \quad (4)$$

$$v = \text{ความเร็วคงที่}$$

ถ้าดูจากรูปที่ 1 เราจะได้ว่า $m = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1) = v$ นั่นเอง

ค่า S_0 หรือ y_0 ก็คือ จุดตัดแกน y ซึ่งได้จากการแทนค่า $x = 0$ บางครั้งก็มีความหมายทางฟิสิกส์เหมือนกัน

2. ความสัมพันธ์กำลังอย่างง่าย (Simple Power Relationships) ความสัมพันธ์กำลังอย่างง่าย หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ กับตัวแปรตาม เมื่อทั้งตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเป็นเลขยกกำลังเพียงเทอมเดียว เช่น เมื่อเทอม x^4 อยู่ จะไม่มีเทอม x^2, x^3 หรือ x ยกกำลังอื่น ๆ อยู่ด้วยในสมการ ดังนั้นจึงเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างทั่วไปว่า

$$y^n = ax^m$$

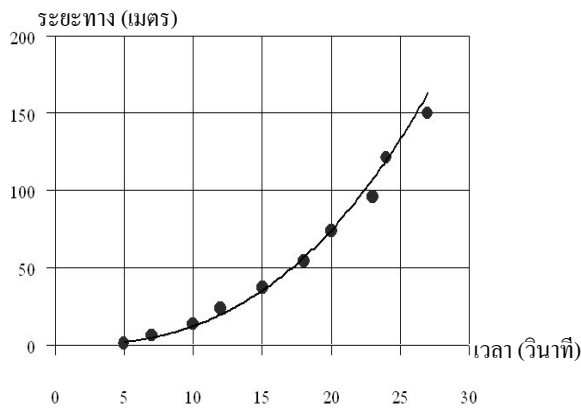
หรือ
$$y = bx^{m/n} \quad (5)$$

ดังนั้นเมื่อเราพล็อต y กับ $x^{m/n}$ เมื่อ m/n เป็นค่าใดค่าหนึ่ง ลักษณะกราฟที่จะได้เป็นกราฟเส้นตรง ตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาของวัตถุที่เริ่มเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ โดยจุดเริ่มต้นของการเคลื่อนที่อยู่ที่จุดศูนย์

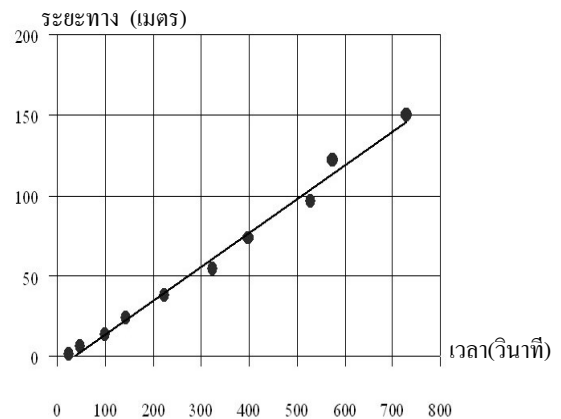
สมการของการเคลื่อนที่คือ

$$S = at^2 / 2 \quad (6)$$

การพล็อตกราฟระหว่างระยะทาง (S) กับเวลา (t) จะได้รูปตามรูปที่ 2 และระยะทาง (S) กับเวลากกำลังสอง (t^2) จะได้เส้นตรงตามรูปที่ 3



รูปที่ 2 กราฟของระยะทางกับเวลา



รูปที่ 3 กราฟของระยะทางกับ(เวลา)²

ในกรณีที่เลขยกกำลัง m/n เป็นค่าที่ไม่ทราบค่า (unknown) วิธีการพล็อตต้องพล็อตลงบนกระดาษ log - log สเกล โดยสมการที่ (5) จะเปลี่ยนเป็น

$$\log y = (m/n)\log x + \log b \quad (7)$$

ซึ่งหาได้มาจากการหาค่า log ทั้งสองด้านนั่นเอง การพล็อตค่าของ $\log y$ และ $\log x$ จะได้กราฟเส้นตรง โดยมีความชัน (Slope) มีค่าเท่ากับ (m/n) และค่าจุดตัดบนแกน $\log y$ เท่ากับ $\log b$ ซึ่งทั้งสองค่าหาได้จากกราฟวิเคราะห์กราฟเชิงเส้นนั่นเอง

3. ความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลหรือแบบลอการิทึม (Exponential or Logarithmic Relationships) ตัวอย่างของความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล หรือแบบลอการิทึม คือการลดค่าศักดาไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ เมื่อต่ออนุกรมกับความต่างศักย์ โดยมีความสัมพันธ์

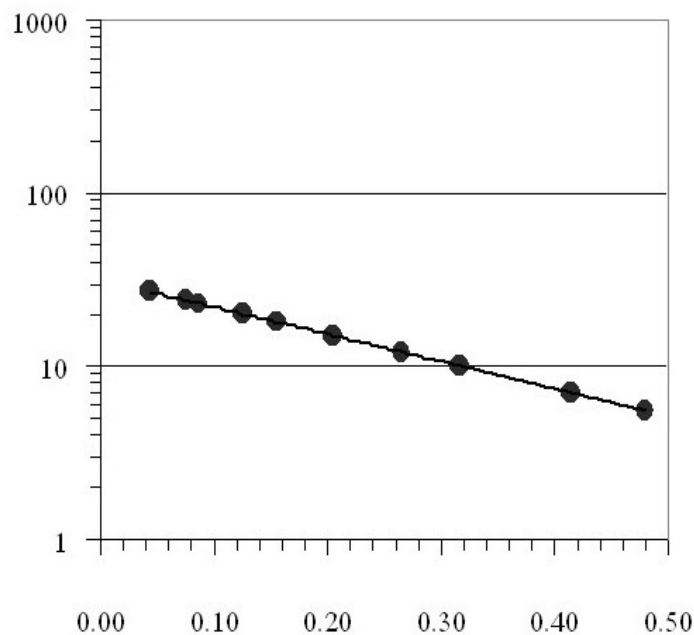
$$v(t) = v_0 e^{-t/RC} \quad (8)$$

เมื่อ take log ทั้งสองข้าง

$$\therefore \log v(t) = -\frac{t}{RC} \log e + \log v_0 \quad (9)$$

เมื่อพล็อต $\log v$ ลงบนสเกล \log บนแกนตั้ง และ t ลงบนแกนนอน โดยใช้กระดาษ Semi-log (แกนตั้งเป็นสเกลล็อกและแกนนอนเป็นสเกลธรรมดา) กราฟที่พล็อตได้จะเป็นกราฟเส้นตรง โดยมีความชัน

$$\text{Slope} = -\frac{\log(e)}{RC} \text{ และจุดตัดบนแกน } y = \log v_0 \text{ ดังรูปที่ 4}$$



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของศักดาไฟฟ้ากับเวลาของตัวเก็บประจุเมื่อเทียบกับความต้านทานแบบอนุกรม

ความคลาดเคลื่อน

ก. ที่มาของความคลาดเคลื่อน

ในการทดลองใด ๆ ย่อมมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ผู้ทำการทดลองจำเป็นต้องรู้ที่มา และสามารถจะคาดเดาได้ว่า เกิดความผิดพลาดไปมากน้อยเท่าไร ตัวอย่างเช่น ในการชั่งน้ำหนักถ้าตาชั่งมีความแม่นยำถึง 0.1 กรัม ในการทดลองถ้าเราใช้มวล 5 กรัม ดังนั้น ความผิดพลาดของผลลัพธ์อาจคิดได้เป็น $0.1/5 = 0.02$ หรือ 2% ไม่เมตร ความแม่นยำมีค่า 1 มม. ถ้าเราวัดวัตถุได้ระยะ 10 ซม. ดังนั้น ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์จะมีค่า $0.1/10 = 0.01$ หรือ 1% เป็นต้น ความคลาดเคลื่อนจากสายตาของมนุษย์ จากการอ่าน ตลอดจนความถูกต้องของเครื่องมือ อุณหภูมิ ความชื้นของห้องปฏิบัติการเหล่านี้เป็นแหล่งที่มาความผิดพลาดของผลลัพธ์ในการทดลอง

ข. เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Percentage error)

ความคลาดเคลื่อนของการทดลองอาจเปรียบเทียบกับค่าที่ยอมรับกันหรือค่าที่แสดงไว้ในตารางโดยทั่วไป ซึ่งหาได้จาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน} = \frac{\text{ค่าที่ยอมรับได้} - \text{ค่าที่ได้จากการทดลอง}}{\text{ค่าที่ยอมรับได้}} \times 100\%$$

ค. เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (Percentage difference)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง} = \frac{2|x_1 - x_2|}{x_1 + x_2} \times 100\%$$

ตัวเลขนัยสำคัญ (Significant figure)

ในการรายงานผลการทดลอง ตัวเลขทุกตัวควรมีความหมายในการทดลอง ไม่ใช่ตัวเลขทุกตัวที่ได้จากการอ่านจากเครื่องคิดเลข เช่น การวัดค่า

$$L_1 = 5.64 \text{ ซม.}$$

หมายความว่าค่าที่วัดได้หรือคำนวณได้ไม่ใช่ 5.63 ซม. หรือ 5.65 ซม. แต่อยู่ใกล้กับ 5.64 หรืออยู่ระหว่าง 5.635 ถึง 5.6405 ซม. ซึ่งสังเกตได้ว่าความแม่นยำสูงกว่า L_1 มาก

หลักในการคำนวณเลขนัยสำคัญ

1. ถ้าเป็นบวก

ตัวอย่างเช่น	2.635	→	2.64	
	0.9		0.9	
	1.52		1.52	
	0.7345		<u>0.73</u>	
			<u>5.79</u>	→ 5.8 Ans

มีหลักดังนี้

- ให้ดูเทอมที่มีจำนวนทศนิยมน้อยสุดเป็นหลัก ในที่นี้คือ 1 ตำแหน่ง (0.9)
- เทอมอื่น ๆ ให้ปัดทศนิยมให้มีจำนวนทศนิยมมากกว่าเทอมน้อยสุดอยู่ 1 ตำแหน่ง (ในที่นี้ทุกเทอมต้องปัดให้เหลือจำนวนทศนิยม 2 ตำแหน่ง)
- แล้วทำการบวกทดลองทุกเทอม ได้ผลลัพธ์เท่าไรค่อยปัดให้เหลือจำนวนทศนิยมเท่ากับจำนวนทศนิยมน้อยที่สุด (ในที่นี้ผลลัพธ์มีทศนิยม 2 ตำแหน่งต้องปัดให้เหลือทศนิยมเพียง 1 ตำแหน่ง)

2. ถ้าเป็นการลบ

$$\begin{array}{r} \text{ตัวอย่างเช่น} \quad 7.6345 \rightarrow 7.634 \\ -0.031 \quad - 0.031 \\ \hline 7.603 \rightarrow 7.603 \quad \text{Ans} \end{array}$$

มีหลักดังนี้

- ให้ดูเทอมที่มีจำนวนทศนิยมน้อยสุดเป็นหลัก ในที่นี้คือ 3 ตำแหน่ง (0.031)
- เทอมอื่น ๆ ให้ปัดทศนิยมให้เหลือเท่าจำนวนทศนิยมน้อยสุด (ในที่นี้ทุกเทอมต้องปัดให้เหลือจำนวนทศนิยม 2 ตำแหน่ง)
- ทำการลบทุกเทอม ได้ผลลัพธ์เท่าไร ก็จะมีจำนวนทศนิยมเท่าจำนวนทศนิยมน้อยที่สุดพอดี

3. ถ้าเป็นการคูณหรือหาร

$$\begin{array}{r} \text{ตัวอย่างเช่น} \\ \frac{(1.2)(6.335)(0.0072)}{3.14159} \rightarrow \frac{(1.2)(6.34)(0.0072)}{3.14} \rightarrow 0.0174 \rightarrow 0.017 \end{array}$$

มีหลักดังนี้

- ให้ดูเทอมที่มีเลขนัยสำคัญน้อยที่สุดเป็นหลัก ในที่นี้คือเทอม 1.2 หรือ 0.0072 ซึ่งมีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว
- เทอมอื่น ๆ ให้ปัดให้เหลือเลขนัยสำคัญมากกว่าอยู่ 1 ตัว (คือให้มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว) (ในที่นี้ทุกเทอมต้องปัดให้เหลือจำนวนทศนิยม 2 ตำแหน่ง)
- แล้วทำการคูณหรือหารได้ผลลัพธ์เท่าไร ให้ปัดให้เหลือเลขนัยสำคัญเท่ากับเลขนัยสำคัญน้อยที่สุดในที่นี้คือเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

หมายเหตุ

1. ในกรณีปัดทศนิยม เลขตัวสุดท้ายจะคงไว้เหมือนเดิมถ้าเลขตัดถัดไปมีค่าน้อยกว่า 5 แต่ตัวสุดท้ายจะมีค่าเพิ่มขึ้นอีก 1 ถ้าเลขตัวถัดไปมีค่ามากกว่า 5 เช่น
ถ้าต้องการทศนิยม 2 ตำแหน่ง : $2.639 \rightarrow 2.64$
 $0.7345 \rightarrow 0.73$
2. ในกรณีที่เลขตัวถัดไปมีค่าเท่ากับ 5 พอดี เลขตัวสุดท้าย จะมีค่าเพิ่มขึ้นอีก 1 เมื่อเลขตัวสุดท้ายเป็นคี่ แต่จะมีค่าเท่าเดิม เมื่อเลขตัวสุดท้ายเป็นเลขคู่ เช่น
ถ้าต้องการทศนิยม 2 ตำแหน่ง : $2.635 \rightarrow 2.64$
 $2.645 \rightarrow 2.64$